

Gerhard Block

1959.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554419_0070

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
Direktor: Professor Dr. Dr. M. Herrmann

SYSTEMATISCHE UND VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
AN EINIGEN SILIKATZEMENTEN
EUROPÄISCHER UND AMERIKANISCHER HERKUNFT
MIT UND OHNE GITTERKOMPONENTE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von

GERHARD BLOCK

aus Langen b. Frankfurt/M.

1959



Dekan: Professor Dr. H. Leicher

Referent: Professor Dr. J. Kluczka

Tag der mündlichen Prüfung: 11. November 1959

Datum des Diploms 11. NOV. 1959

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Einführung	2
Prüfkörper-Herstellung und Untersuchungsmethoden	4
I. Standard-Konsistenz	4
II. Erhärtungszeit	4
III. Druckfestigkeit	5
IV. Löslichkeit	5
V. Transparenz	6
VI. Arsengehalt	6
Untersuchungsergebnisse	7
A. Standard-Konsistenz	8
B. Erhärtungszeit	9
C. Druckfestigkeit	10
D. Transparenz	11
E. Löslichkeit	12
F. Arsengehalt	15
Zusätzliche Untersuchungen	16
Expansions- und Kontraktionsmessungen	16
Austrocknung	17
Abbindetemperatur	17
Druckfestigkeiten mit geänderten Konsistenzen	18
Löslichkeit mit verlängerter Aushärtungsdauer	20
Zusammenfassung und Kritik	21
Literaturverzeichnis	28

SYSTEMATISCHE UND VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN
AN EINIGEN SILIKATZEMENTEN EUROPÄISCHER UND
AMERIKANISCHER HERKUNFT MIT UND OHNE
GITTERKOMPONENTE

Die Ansprüche, die von Zahnärzten und Patienten an gute Füllungsmaterialien für Frontzähne gestellt werden, sind im Laufe der Jahre immer größer geworden. 1903 wurde der erste Silikatzement auf den Markt gebracht. Viel ist auf dem Gebiet der Silikatzementherstellung bereits erreicht worden, und es wird noch mehr geleistet werden müssen, um allen Forderungen gerecht zu werden. Dazu ist es jedoch notwendig, die Materialien genauestens zu untersuchen und zu prüfen.

1938 veröffentlichte Paffenbarger, Shoonover und Sounder eine ausführliche Studie über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Silikatzemente und machten gleichzeitig Vorschläge für gewisse Mindestforderungen an die Qualität der Silikate. Das "National Bureau of Standards, Dental Materials Section" stellte in Zusammenarbeit mit praktischen Zahnärzten eine Norm und Vorschrift auf, in der die Anforderungen an Silikatzemente niedergelegt wurden. Diese ist in jener Arbeit von Paffenbarger, Shoonover und Sounder als "American Dental Association (ADA) Specification No. 9 For Dental Silicate Cement (Effective July 2, 1938)" erschienen. Die Verbesserungen der Materialien machten eine Revision notwendig. So erschien 1950 die "American Dental Association Specification No. 9 For Dental Silicate Cement First Revision, Effective July 1, 1950" als Abänderung in "The Journal of the American Dental Association".

In der folgenden Arbeit sollen einige Materialien, die zu Füllzwecken an Frontzähnen Verwendung finden, untersucht und getestet werden. Da in Deutschland keine Bestimmungen über Untersuchungsmethoden an Silikatzementen bestehen, wurden zu diesem Zweck die oben genannten ADA-Bestimmungen herangezogen, um vergleichbare Resultate und einen Ausgangspunkt für eine Beurteilung zu erhalten.

EINFÜHRUNG

Zur Einführung die Übersetzung des Wortlautes der "American Dental Association Specification No. 9 First Revision" vom 1. Juli 1950 sowie die Beschreibung der Methodik, nach welcher gearbeitet werden soll:

A. Anwendbare Spezifikation.

- A. 1. Es gibt keine andere anwendbare Beschreibung außer der "American Dental Association Specification".

B. Typen, Grade und Klassen.

- B. 1. Typen: Nur eine Zementart wird beschrieben.
- B. 2. Farbe: Die Farbe des abgebundenen Zementes wird vom Käufer vorgeschrieben.

C. Material und Verarbeitung.

- C. 1. Material: Diese Beschreibung gilt für Zahnzemente, die zur Wiederherstellung im Frontzahngebiet gebraucht werden. Der Zement soll aus Pulver und Flüssigkeit bestehen, die, wenn sie in der üblichen Weise mit einem Spatel auf einer Glasplatte gemischt werden, abbinden und erhärten.
- C. 2. Verarbeitung: Die Verarbeitung muß einwandfrei ausgeführt werden. Pulver, Flüssigkeit und ihre Behälter sollen frei von Mängeln sein, die ihr Aussehen oder ihre Verwendbarkeit beeinträchtigen könnten.

D. Allgemeine Forderungen.

Siehe Abschnitt E.

E. Besondere Forderungen.

- E. 1. Flüssigkeit: Die Flüssigkeit soll wasserklar sein, und die Flasche soll keine Ablagerungen oder Niederschläge enthalten.
- E. 1. a. Es soll 20% mehr Flüssigkeit geliefert werden, als für die Mischung der gesamten Pulvermenge einer vollen Flaschenportion (etwa 14 g) zur Prüfkonsistenz benötigt wird.
- E. 2. Pulver: Das Pulver muß frei sein von Fremdkörpern wie Schmutz und Fäden. Der Farbstoff soll im Pulver gleichmäßig verteilt sein.
- E. 3. Zement: Der Zement, in der nachfolgend beschriebenen Weise durchgespatelt, soll keine Klumpen oder Körner bilden.
- E. 3. a. Prüf-Konsistenz: Die Prüfkonsistenz soll soviel Gramm Pulver, mit 0,4 ccm Flüssigkeit angerührt, enthalten, um einen Scheibendurchmes-

ser von 25 mm $\pm$ 1 zu bekommen, wie in Abschnitt I über die Arbeitsmethoden beschrieben.

- E. 3. b. Abbindezeit: Die Abbindezeit soll nicht weniger als drei und nicht mehr als acht Minuten betragen.
- E. 3. c. Druckfestigkeit: Die Druckfestigkeit soll nicht kleiner als 1620 kg/qcm sein für Proben, die 24 Stunden nach der Mischung belastet werden.
- E. 3. d. Transparenz: Die Undurchsichtigkeit ("opacity" bedeutet soviel wie Undurchsichtigkeit), dargestellt durch das Kontrastverhältnis $C_{0,70}$, soll 24 Stunden nach der Mischung nicht weniger als 0,35 und nicht mehr als 0,55 betragen. Das Kontrastverhältnis $C_{0,70}$ ist das Verhältnis zwischen der scheinbaren Reflexion des Tageslichtes des Zementkörpers von 1 mm Dicke vor einem schwarzen Hintergrund und der scheinbaren Tageslichtreflexion des Probekörpers vor einem weißen Hintergrund, der seinerseits eine scheinbare Tageslichtreflexion von 70% bezüglich Magnesiumoxyd (MgO) hat.
- E. 3. e. Löslichkeit und Zersetzung (Verwitterung): Die Löslichkeit und die Verwitterung des Zementes soll nicht mehr als 1,4% des Gewichtes betragen, wenn der Probekörper für 24 Stunden in dest. Wasser von 37° C aufbewahrt wird.
- E. 3. f. Arsengehalt: Der Arsengehalt (wasserlösliches Arsen) des gemischten Zementes soll nicht mehr als 1 Teil auf 500 000 Teile betragen (0,0002 Gewichts%).
- E. 3. g. Anweisungen: Die Gebrauchsanweisung für die Einteilung und Handhabung soll Angaben über die Temperatur der Glasplatte, des Pulver-Flüssigkeits-Verhältnisses, der Einrührgeschwindigkeit des Pulvers und der Mischdauer enthalten.
- F. Prüfmethoden: Herstellung der Prüfkörper: Die Herstellung der Prüfkörper soll erfolgen bei einer Temperatur, die zwischen 18 und 24° C liegt. Die relative Luftfeuchtigkeit soll zwischen 55 und 75% betragen. Alle Apparaturen, Instrumente und Geräte sollen sauber, trocken und frei von Teilen erhärteten Zementes sein. Das Mischungsverhältnis wird bestimmt durch eine genormte Konsistenz. Die Anrührtechnik der Probekörper soll derjenigen der Gebrauchsanweisung der einzelnen Packungen entsprechen.

Soweit die Übersetzung der teilweise im Auszug wiedergegebenen Vorschriften. Und nun die Beschreibung der einzelnen Methoden zur Herstellung von Prüfkörpern.

Prüfkörper-Herstellung und Untersuchungsmethoden

I. Bestimmung der Standard-Konsistenz

Eine abgewogene Menge Pulver wird in zwei gleiche Teile geteilt und die eine Hälfte nochmals halbiert. Die so erhaltenen drei Portionen mit $1/2$ und 2 mal $1/4$ der Gesamtmenge werden mit 0,4 ccm Flüssigkeit auf einer Anrührplatte von der Größe 15 x 7 x 2 cm angerührt, und zwar wird zunächst die große Portion mit einem Achatspatel in die Flüssigkeit gezogen. Gleichzeitig wird eine Stoppuhr in Gang gesetzt. Nach 15 Sek. guten Durchspatelns wird die zweite Portion ($1/4$ der Gesamtmenge) zugegeben und ebenfalls 15 Sek. gut durchgespatelt. 30 Sek. nach Beginn des Anrührens kommt die letzte Portion Pulver in das bereits angerührte Gemisch. Bis 60 Sek. wird die Masse unter kreisenden, drehenden und geradlinigen Bewegungen des Spatels durchgeknetet. Nach dieser Zeit (60 Sek.) dürfen keine Spuren von Pulver und Flüssigkeit mehr auf der Platte sein. Die Masse muß homogen sein.

Mit der angerührten Masse wird nun ein Glaszylinder von 8 mm Durchmesser und einem Fassungsvermögen von 0,5 ccm gefüllt. Diese 0,5 ccm werden mittels eines Kolbens auf eine Glasplatte ausgestoßen. 2 Min. nach Anrührbeginn wird die Masse mit einer Glasplatte (20 g) bedeckt und mit einem Gewicht von 2480 g belastet. Durch das Gesamtgewicht von 2500 g wird die plastische Masse zu einer Scheibe gepreßt. 10 Min. nach Anrührbeginn wird der Durchmesser der Scheibe gemessen. Er soll $25 \text{ mm} \pm 1$ betragen. Ist der Durchmesser der Scheibe kleiner, so war die Pulvermenge zu groß. Es muß ein weiterer Versuch mit weniger Pulver gemacht werden. War der Durchmesser zu groß, muß die Pulvermenge vergrößert werden, bis die Norm erreicht ist. Die Flüssigkeitsmenge bleibt dabei immer konstant 0,4 ccm.

II. Bestimmung der Erhärtungszeit

Es wird in Standard-Konsistenz angerührt. Ein Ring (Höhe 5 mm, Durchmesser 10 mm) wird auf eine Glasplatte gesetzt, mit Zement gefüllt und die Oberfläche geglättet. 2 Min. nach Anrührbeginn kommt der Körper in einen Thermostaten (37°C und 100% relative Luftfeuchtigkeit). Im Abstand von 30 Sek. wird nun eine Gillmore-Nadel ($454 \text{ g} = 1 \text{ lb} = 1 \text{ am. Pfund}$) (Nadelende 1,06 mm Durchmesser plangeschliffen) aufgesetzt. Hinterläßt die Nadel keinen sichtbaren Eindruck mehr, so ist die Erhärtung als beendet anzusehen. Die Zeit wird nach der nächsten vollen Minute aufgerundet. Die Erhärtungszeit soll zwischen 3 und 8 Minuten betragen.

III. Bestimmung der Druckfestigkeit

Zur Bestimmung der Druckfestigkeit wird die in Standard-Konsistenz angerührte Masse in eine zylindrische zerlegbare Präzisionsform von 12 mm Höhe und 6 mm Durchmesser gefüllt. 3 Min. nach Anrührbeginn kommt diese Form in einen Thermostaten (37°C und 100% relative Luftfeuchtigkeit), in dem sie 57 Min. verbleibt, so daß eine Gesamtzeit von 60 Min. erreicht wird. Der Körper wird dann an der Ober- und Unterfläche mittels sehr feinen Karborundpulvers plangeschliffen. Die Schliff-Flächen müssen parallel zueinander und rechtwinklig zur Zylinderachse verlaufen. Es ist darauf zu achten, daß die Körper immer feucht gehalten werden. Die so bearbeiteten Probekörper werden aus der Form genommen und für 23 Stunden in einem Gefäß mit destilliertem Wasser im Thermostaten bei 37°C aufbewahrt.

Die Prüfung erfolgt in einer hydraulischen Presse, die eine Vorschubgeschwindigkeit des Kolbens von 0,25 mm/min. haben soll. Der Druckfestigkeitswert muß aus einem Mittel von 3 oder mehr Messungen an insgesamt 5 Körpern bestimmt werden. Vom Mittelwert darf keine Einzelmessung mehr als 15% abweichen. Defekte Körper kommen nicht in die Wertung. Das Ergebnis wird auf 10 kg/qcm aufgerundet.

IV. Bestimmung der Löslichkeit

0,5 ccm des in Standardkonsistenz angerührten Zementes werden zwischen 2 Glasplatten so lange gepreßt, bis eine Scheibe von 20 mm Durchmesser entsteht. Zwecks Aufhängung der Körper wird ein V_2A -Stahldrähtchen in den weichen Zement eingelegt. 3 Min. nach Anrührbeginn kommen die Glasplatten mit dem Zement in einen Thermostaten (37°C , 100% relative Luftfeuchtigkeit), wo sie 1 Stunde lang liegen bleiben.

Sodann werden je 2 Körper in einem dafür bestimmten Schliffkolben aufgehängt und gewogen (Gesamtgewicht abzüglich des Gewichtes des vorher gewogenen leeren Schliffkolbens plus dem des V_2A -Drahtes ergibt das Gewicht der 2 Probekörper). Sofort werden dann 50 ccm dest. Wasser zugegeben, so daß die Körper vollkommen mit Flüssigkeit bedeckt sind. 24 Std. verbleibt dann der Kolben in einem Thermostaten bei 37°C . Nach dieser Zeit wird der Kolben aus dem Thermostaten genommen und die Körper daraus entfernt, wobei auf das Aussehen zu achten ist (die Oberfläche darf keine Kristallbildung oder Ausscheidung zeigen). Die Körper werden abgespritzt und gegebenenfalls mit einer Gummifahne abgewischt. Abwischwasser und Spritzwasser sowie der Inhalt des Kolbens kommen sofort in eine vorbereitete V_2A -Schale. Bei 100

bis 110°C wird der Inhalt der V_2A -Schale eingedampft. Dann wird bei 150°C getrocknet. Durch mindestens 3 Wägungen in 1/2-stündlichem Abstand wird die Gewichtskonstanz der V_2A -Schalen kontrolliert. Das Auswiegen muß sehr rasch erfolgen, da der Inhalt stark hygroskopisch ist. Ist das Gewicht konstant, so kann man den prozentualen Gewichtsverlust der Körper errechnen.

Die V_2A -Schalen müssen sofort wieder gereinigt, bei 150°C bis Gewichtskonstanz getrocknet und dann gewogen werden. Die Löslichkeit soll nach 24 Stunden 1,4% nicht überschreiten.

V. Bestimmung der Transparenz

Die gesamte in Standard-Konsistenz angerührte Masse wird zwischen zwei Glasplatten bis zu einer Dicke von $1\text{ mm} \pm 0,025\text{ mm}$ auseinandergepreßt. 3 Min. nach Anrührbeginn kommen die Glasplatten mit der Masse in einen Thermostaten ($37^{\circ}\text{C} - 100\%$). Nach 30 Min. wird der Körper in dest. Wasser mit einer Temperatur von 37°C gegeben und sofort die erste Messung photoelektrisch ausgeführt (Methode nach Hinderer).

Der Körper bleibt in dest. Wasser von 37°C aufbewahrt. Weitere Messungen erfolgen nach 24 Std., 48 Std. 3 Tagen usw., bis die Werte konstant bleiben.

VI. Bestimmung des Arsengehaltes

Zu diesen Versuchen kann man die Plättchen der Standard-Konsistenz-Bestimmung verwenden. Die Plättchen werden in einem Porzellanmörser pulverisiert und durch ein Sieb Nr. 200 passiert. Es erfolgen 3 Einwaagen zu 1g, 2g und 3 g. Diese werden mit je 80 ccm aqua dest. versetzt und digeriert (ausgewaschen), anschließend filtriert und in eine Gasentwicklungsflasche gegeben. Die Bestimmung kleiner Mengen As_2O_3 erfolgt nach Crossley. Dazu ist eine Spezialapparatur erforderlich (siehe Abb. 1). Die Methode beruht auf der Reduktion von As_2O_3 durch Zink-Schwefelsäure zu AsH_3 . Die As-Menge wird kolorimetrisch gemessen mit Quecksilberbromidstreifen (HgBr_2).

Da die Ausführungen über die Herstellung der Lösungen im einzelnen zu weit führen würden, sei hier nur auf die Durchführung der Analyse näher eingegangen.

Um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben, werden 3 Flaschen mit einer bekannten Menge Arsenik oder As_2O_3 (0,5 g; 1,0 g; 1,5 g) angesetzt. Alle Lösungen werden auf das gleiche Volumen von 50 ccm verdünnt bzw. eingedampft und mit je 3 ccm konzentrierter Schwefelsäure, 2 ccm Eisenaalunlösung und 0,5 ccm Zinkchlorürlösung versetzt.

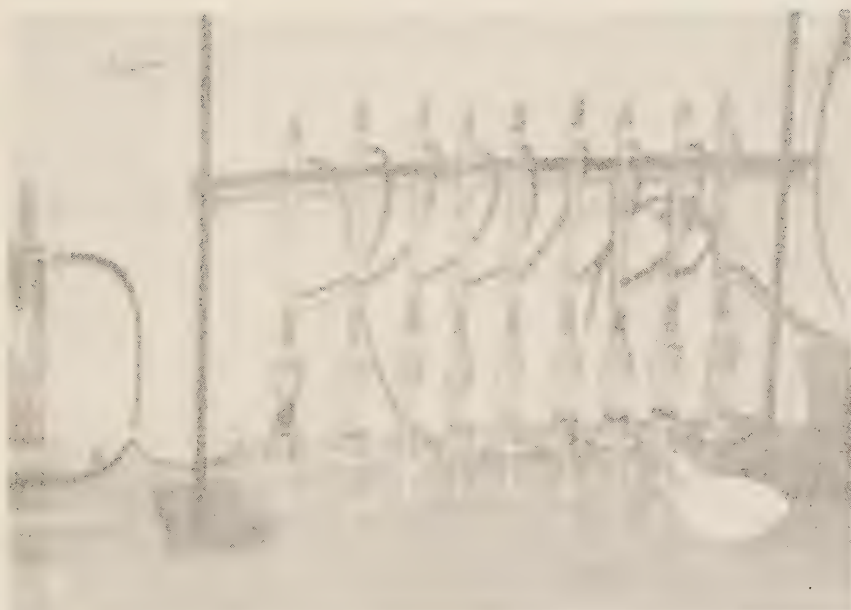


Abbildung A caratur zur Bestimmung

Nun wird der obengenannte Apparat zusammengebaut und die Flaschen in einem Wasserglas auf ca. 18° C 10 Min. lang gekühlt. Dann werden quecksilberbromidgetränkte Papierstreifen in die oberen Rohre eingehängt und das Kühlwasser mit einer Temperatur von etwa 18° C laufen gelassen. Die Reaktionsflaschen werden geöffnet, 20 g Zink rasch zugegeben und sofort wieder verschlossen. Die Flaschen sollen dann weiterhin auf 18° C gekühlt werden. Nach 45 Min. werden die gefärbten Streifen entfernt und mit den Kontrollstreifen verglichen.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

An Materialien wurden von mir systematisch untersucht und geprüft:

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| 1. Achatit | Vivadent (Liechtenstein) |
| 2. Syntrex | De Trey (Deutschland) |
| 3. S. S. White | S. S. White Dental Mfg. Co. (USA) |
| 4. Terralux | E. Mühlbauer & Co. (Deutschland) |

Zu Vergleichszwecken wurden ferner in kleineren Mengen herangezogen:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. DM Silikatzement 1948 | |
| 2. Syntrex | De Trey (Schweiz) |
| 3. Achatit SL 100 | Vivadent (Liechtenstein) |

Ausgeführt wurden alle in der ADA vorgeschriebenen Untersuchungen. Darüber hinaus noch den praktischen Zahnarzt interessierende Versuche, deren Anordnung im einzelnen noch beschrieben werden soll.

Alle Materialien entsprachen den unter E. 1., E. 2. und E. 3. geforderten ADA-Bestimmungen, d. h.: Die Flüssigkeiten waren durchweg wasserklar und zeigten keine Ablagerungen oder Niederschläge. Die Pulver waren frei von Verunreinigungen irgendwelcher Art. Eine Abweichung wurde bei Achatit festgestellt, da dieses als sogenannten Gitterzusatz keramische Fasern enthielt (vgl. Knappwost, Schnell, Effinger usw.).⁺

⁺ Silikatzemente mit Gitterfaserzusatz sind, sofern sie die Bestimmungen der ADA erfüllen, in Amerika jetzt zugelassen.

Soweit die Materialien Farbstoffe enthielten, waren diese gleichmäßig verteilt.

Kein Zement bildete nach dem Anrühren Klumpen oder Körner. Auch dem Abschnitt E.3.g. entsprachen alle Materialien. Sie enthielten eine ausführliche Gebrauchsanweisung.

Begonnen wurde mit der Bestimmung der Standard-Konsistenz (siehe Abschnitt E.3.a.), die die Grundlage für alle weiteren Prüfungen bildet. Vorausgeschickt sei noch, daß alle Materialien und Instrumente in einem Raum aufbewahrt wurden, der eine konstante Temperatur von 20° C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 65 - 70% aufwies. In demselben Raum wurden auch alle Versuche angesetzt.

A. Zunächst die Zusammenfassung der Ergebnisse der Standard-Konsistenzbestimmung:

Es konnten in 0,4 ccm Flüssigkeit eingerührt werden, so daß sich ein Scheibendurchmesser von 25 mm $\pm$ 1 ergab:

1. Achatit	1,52 g Pulver
2. Syntrex	1,65 g Pulver
3. S. S. White	1,47 g Pulver
4. Terralux	1,12 g Pulver

Zum Anrühren der Mischungen wäre im einzelnen noch zu bemerken:

Achatit und S. S. White lassen sich bei einiger Übung sehr gut in der angegebenen Zeit anrühren. Die Mischungen sind homogen und leicht zu verarbeiten.

Syntrex ist schwer in 1 Minute anzurühren, da die Masse nach 45 Sek. ziemlich fest ist, bei weiterem Durchspateln jedoch wieder dünner wird, so daß man das restliche Pulver noch gut einrühren kann. Die Anrührdauer beträgt dann 65 - 75 Sek. In der Gebrauchsanweisung ist diese Zeit auch angegeben. Im Laufe der weiteren Versuche wurde daher bei Syntrex eine Ausnahme gemacht und eine Anrührdauer von 1 1/4 Min. angesetzt.

Im Gegensatz dazu ist bei Terralux die Pulvermenge leicht einzurühren. Nach 60 Sek. ist die Masse jedoch zähplastisch, so daß sich gewisse Schwierigkeiten beim Stopfen von Formen ergaben.

Alle Materialien zeigten, aus verschiedenen Packungen entnommen, leichte Schwankungen der Standard-Konsistenz, und zwar bei

Achatit zwischen 1,50 g und 1,54 g Pulver,
Syntrex zwischen 1,65 g und 1,80 g Pulver.
S. S. White schwankte zwischen
1,47 g und 1,48 g Pulver und
Terralux zwischen 1,10 g und 1,15 g Pulver.

Allerdings sind hier auch die Werte von Bestimmungen mit einbegriffen, die unter anderen Temperaturverhältnissen vorgenommen wurden.

Der erste der jeweils angegebenen Werte ist für 20° C gefunden. Bei Achatit als schnellhärtendem Zement wurde z. B. bei 18° C ein höherer Pulverwert gefunden, für 22° C ein niedrigerer. Ebenso verhielt sich Syntrex. Terralux und S. S. White blieben konstant. Diese Erkenntnisse ergaben, daß für die einzelnen Versuche bei allen Materialien die gleiche Temperatur herrschen mußte (in diesem Fall 20° C). Abweichungen werden in den weiteren Ausführungen besonders erwähnt.

B. Bestimmung der Erhärtungszeit:

Die Bestimmung der Erhärtungs- oder Abbindezeit (E. 3. b.) wurde mit der Gillmore-Nadel wie oben beschrieben durchgeführt. Die Werte für die einzelnen Materialien waren:

1. Achatit	3 min. 30 sec.	aufgerundet 4 min.
2. Syntrex	3 min. 45 sec.	aufgerundet 4 min.
3. S. S. White	4 min. 30 sec.	aufgerundet 5 min.
4. Terralux	4 min. 30 sec.	aufgerundet 5 min.

Da Achatit und Syntrex nahe der unteren Grenze der Abbindezeit liegen, müssen beide schnell verarbeitet werden, sobald sie Temperaturen ausgesetzt sind, die über der Temperatur der Anrührplatte (20° C) liegen. In diesem Zusammenhang ergab sich die Frage, und das darf gleich hier eingefügt werden: wie lange bleiben die Materialien bei einer konstanten Raumtemperatur von 20° C plastisch bzw. verarbeitbar?

Aus diesem Grunde wurde folgende Versuchsreihe durchgeführt:

Anrühren in Standard-Konsistenz und Füllen des Glaszylinders der Standard-Konsistenz-Bestimmung (8 mm Durchmesser, Inhalt 0,5 cm). Die plastische Masse wurde vorsichtig ausgestoßen, der Durchmesser des Körpers gemessen und die Masse nach einer bestimmten Zeit mit 2500 g belastet. Auf diese

Weise entstand die gegenüberstehende graphische Darstellung (Abb.2), in die zum Vergleich die Werte der Gillmore-Erhärtungszeit mit eingetragen sind.

Zu dieser Darstellung wäre zu bemerken:

Interessant ist das Verhalten von Achatit, das nach 3 min. 15 sec. keine plastische Veränderung mehr zeigt, während die Gillmore-EZ (= Erhärtungszeit) erst bei 3 min. 30 sec. liegt. Die anderen Stoffe, Syntrex, Terralux und zum Vergleich ein Silikatzement von 1948 (Gillmore-EZ 5 min. 30 sec.), sind noch bis zu einem gewissen Grad formbar, auch wenn die Gillmore-EZ bereits die Erhärtung anzeigt. Bei Syntrex ist die Verformbarkeit erst bei 4 min. 15 sec. nicht mehr möglich. Die Möglichkeit einer Verformung von Terralux geht bis 6 min. 15 sec.

C. Bestimmung der Druckfestigkeit:

Nach der eingangs beschriebenen Methode wurden folgende Materialien der Druckfestigkeitsprüfung unterzogen: 1. Achatit, 2. Terralux, 3. S.S. White, 4. Syntrex (Deutschland) und 5. Syntrex (Schweiz).

Von den Materialien 1-4 wurden je 10 Prüfkörper hergestellt, um ein möglichst genaues Bild vom Verhalten der Zemente zu erhalten. Die Ergebnisse waren überraschend.

Achatit und S.S. White erreichten die vorgeschriebene Festigkeit von 1620 kg/qcm und überschritten sie sogar beträchtlich. Terralux und Syntrex kamen mit keinem Wert an die in der ADA geforderte Mindestfestigkeit heran. Da in verschiedenen Schweizer Arbeiten ein höherer Wert für Syntrex angegeben ist, wurde aus diesem Grund noch eine Versuchsreihe mit Syntrex (Schweiz) angesetzt (5 Versuche). Das Ergebnis zeigte, daß die Druckfestigkeit für Schweizer Syntrex tatsächlich höher liegt als für Syntrex deutscher Fabrikation. Die graphische Darstellung (Abb.4) zeigt deutlich die Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien.

Die genauen Werte für die einzelnen Materialien waren:

Material je 10 Versuche	kg/qcm
Achatit	2170
Terralux	1240
S. S. White	1920
Syntrex Deutscher Herstellung	1350
Syntrex Schweizer Herst., 5 Vers.	1820

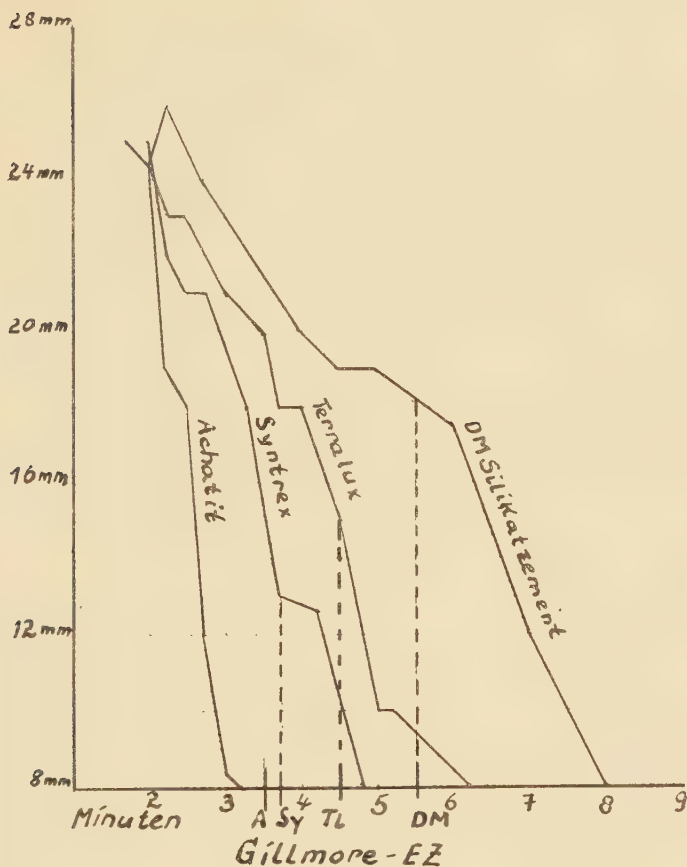


Abbildung 2: Plastizitätskurven von Achatit, Syntrex, Terralux und DM Silikat-Zement 1948. mit eingetragener Gillmore-Erhärtungszeit. Ordinate: Scheibendurchmesser. Abszisse: Zeit, nach welcher geprüft wurde. Die mit A. Sy. Tl. und DM. bezeichneten Zeiten sind die Gillmore-Erhärtungszeiten.

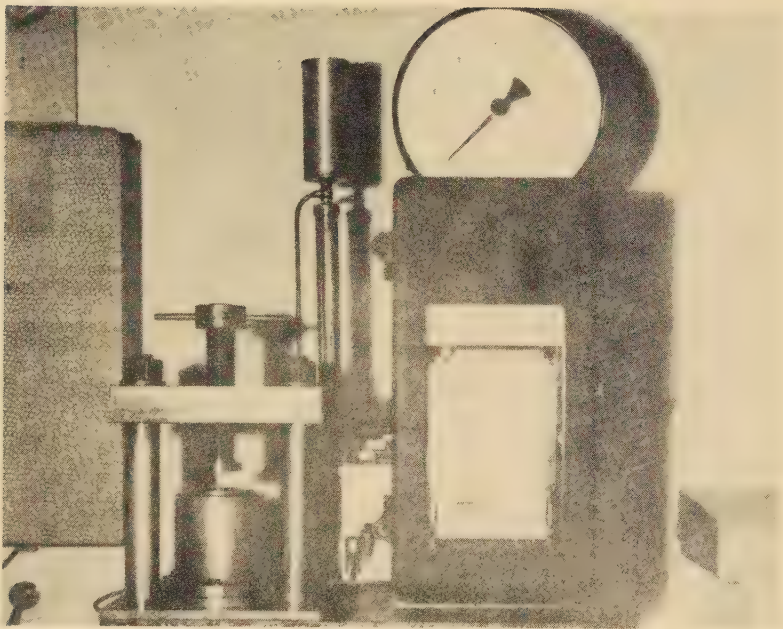


Abbildung 3: Druckfestigkeitsmeßapparat mit Manometer und graphischem Druckanstiegsaufzeichner.

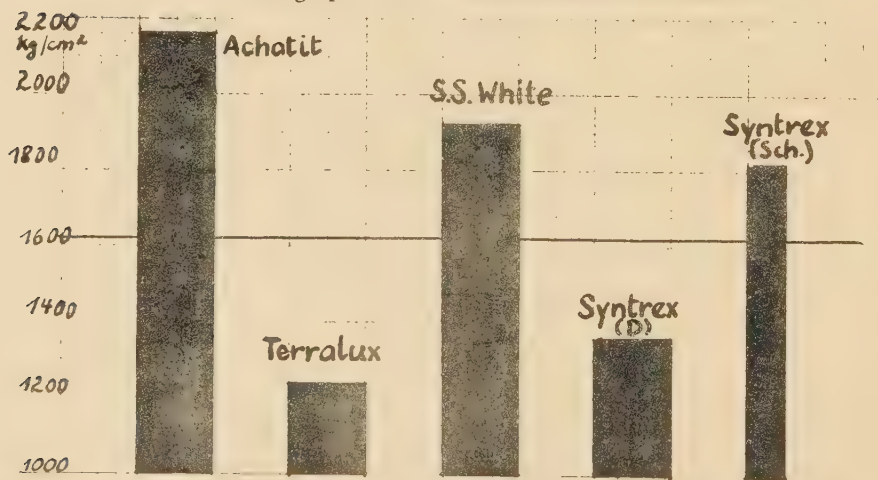


Abbildung 4: Auf der Ordinate eingetragen die Druckfestigkeit in kg/qcm. Die durchgezogene Linie bei 1620 kg/qcm ist die Mindestforderung der ADA nach 24 Stunden. Die Säulendicke zeigt die Anzahl der Versuche an.

Eine Beurteilung der beträchtlichen Unterschiede wird später eingehend stattfinden.

An dieser Stelle war es nun interessant, das Verhalten der Prüfkörper nach einer bestimmten Zeit festzustellen.

Gemessen wurde die Druckfestigkeit nach 7 Tagen. Auch diese Untersuchung zeigte einige erstaunliche Ergebnisse. Die Prüfkörper wurden nach der oben beschriebenen Methode hergestellt, jedoch 7 Tage statt 24 Stunden in Aqua dest. in einem Brutschrank bei 37° C aufbewahrt und dann der Prüfung unterzogen. Dies entspricht der alten ADA-Forderung, nach der die Druckfestigkeit erst nach 7 Tagen gemessen wurde. Auch hierzu eine graphische Darstellung (Abb. 5).

Beim Vergleich der beiden Darstellungen zeigte sich, daß verschiedene Materialien einen Aushärtungsprozeß durchgemacht hatten. Bei Achatit war eine Steigerung der Druckfestigkeit um 140 kg/qcm auf durchschnittlich 2310 kg/qcm festzustellen. Eine noch größere Festigkeit zeigte S. S. White mit 2330 kg/qcm; das ist eine Erhöhung um 410 kg/qcm. Erhöht war auch der Wert von Syntrex (Deutschland) auf 1670 kg/qcm, das sind 320 kg/qcm mehr als der 24-Std. - Wert ergab. Bei Terralux war ein Abfall der Druckfestigkeit um rund 100 kg/qcm auf 1130 kg/qcm festzustellen. (Dies dürfte mit der großen Wasseraufnahme und der damit verbundenen Löslichkeit von Terralux zusammenhängen, was noch an anderer Stelle beschrieben werden wird. Vgl. auch Transparenz.)

D. Bestimmung der Transparenz:

Die Herstellung der Prüfkörper zur Bestimmung der Transparenz bereitete einige Schwierigkeiten, da die Abweichungen der Plättchendicke von der Norm ($1 \text{ mm} \pm 0,025$) nur äußerst gering sein darf. Nach mehreren Versuchen gelang es jedoch, auch hier genügend Versuchsplättchen herzustellen. Gemessen wurde mit der abgebildeten Apparatur (Abb. 6), und zwar auf photoelektrischem Wege.

Die Ergebnisse der Transparenzmessungen im einzelnen:

1. Achatit zeigte nach 30 Minuten bereits eine Lichtdurchlässigkeit von 51%, die nach 2 Tagen einen Höchstwert von 53% erreichte und dann konstant blieb.
2. Der Anfangswert von Syntrex lag bei 52% und steigerte sich nach 24 Stunden auf 56%; auch er blieb bis zum Ende der Messungen konstant.

3. Terralux begann mit dem hohen Anfangswert von 54% und sank dann langsam ab bis zum Endwert von 51%.

4. S. S. White konnte nur in der Farbe hellgelb geprüft werden. Zum Vergleich wurde dazu Silikatzement 083, das Ausgangsprodukt von Achatit 083, ebenfalls in der Farbe hellgelb herangezogen. S. S. White begann mit 51% und steigerte sich im Verlaufe von 7 Tagen auf 58%. Die gleichen Werte erreichte Silikat 083.

Zum Schluß dieses Abschnittes 2 Tabellen, aus denen die Einzelwerte zu sehen sind.

Material	Messungen nach				
	30 Min.	1 Tg.	2 Tg.	3 Tg.	7 Tg.
Achatit	51%	52%	53%	53%	53%
Syntrex	52%	56%	56%	56%	56%
Terralux	54%	52%	51%	51%	51%

Die weiteren Versuche wurden mit höherer Stromstärke ausgeführt.

Material	Messungen nach					
	30 Min.	1 Tg.	2 Tg.	3 Tg.	4 Tg.	7 Tg.
S. S. White hellgelb	51%	56%	56%	56%	-	58%
Silikat 083	51%	56%	-	58%	58%	58%

E. Bestimmung der Löslichkeit:

Kirchsieper beschreibt in seiner Arbeit, daß die Haltbarkeit einer Silikatzementfüllung nicht allein von der Anfangslöslichkeit abhängt, sondern, daß die Gesamtlöslichkeit während der Liegedauer, die relative Härte sowie die Widerstandskraft gegenüber den gegebenen Mundverhältnissen eine große Rolle spielen.

Da es nun unmöglich ist, die Löslichkeit unter Mundverhältnissen zu bestimmen, wurde auch bei dieser Versuchsreihe die Löslichkeit in Aqua dest. den ADA-Bestimmungen entsprechend ausgeführt.

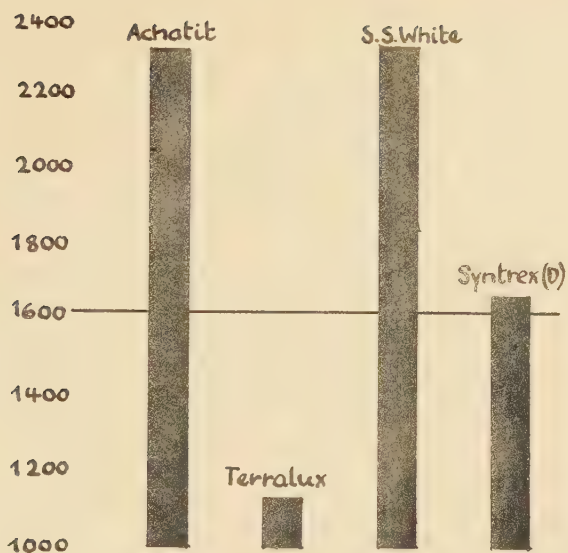


Abbildung 5: Die Ordinate zeigt die Druckfestigkeit, die Säulen die Anzahl der Versuche und die erreichte durchschnittliche Druckfestigkeit.

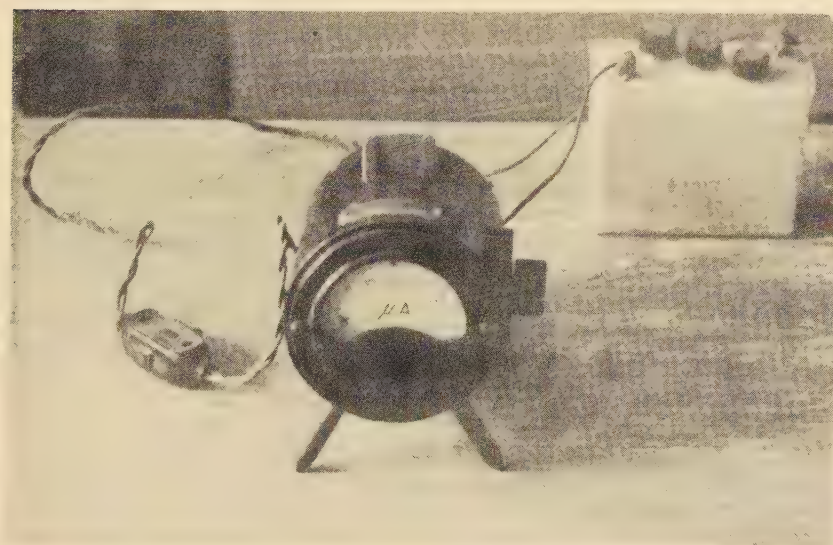


Abbildung 6: Meßgerät zur Messung der Transparenz mit Akkumulator zur Ausschaltung von Stromschwankungen.

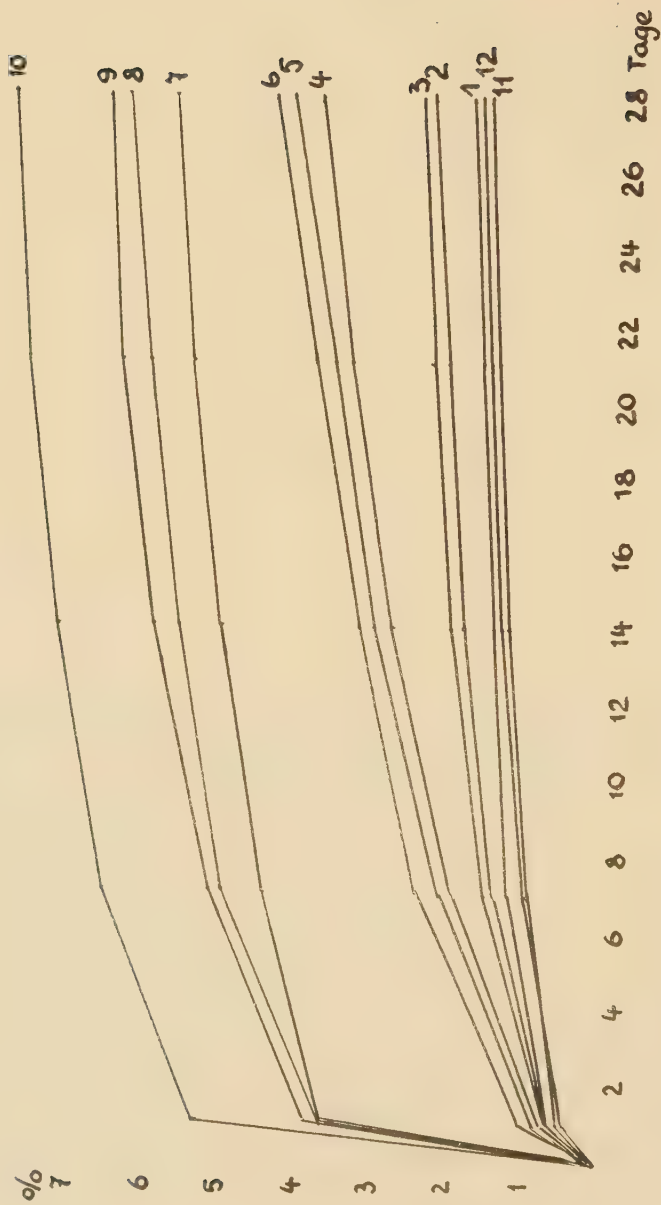


Abbildung 7: Ordinate: Gelöste Substanzen in Gewichts-%. Abszisse: Dauer der Versuchsreihe in Tagen. Die Zahlen rechts in der Kurve sind die Nummern der einzelnen Versuche. 1-3 die Kurven von Achatit, 4-6 von Syntrex, 7-10 von Terralux und 11-12 von S. S. White.

Schon die ersten Versuche zeigen beträchtliche Schwankungen der Werte nach 24 Stunden. Bei 10 Versuchen zeigte Achatit Schwankungen der Löslichkeit von 0,56% bis 0,75%, Syntrex von 0,56% bis 1,04% (10 Versuche), S. S. White von 0,47% bis 0,50% und Terralux sogar Werte von 2,80% bis 5,26% bei ebenfalls 10 Versuchen, wobei niemals zwei gleiche Werte auftraten.

Aus diesem Grunde wurden zunächst Versuchsreihen ausgeführt, ob möglicherweise die Schwankungen durch einen größeren Zeitraum kompensiert werden könnten. Diese Reihen dauerten 28 Tage, wobei mehrere Solvenswechsel (nach 24 Stunden, 7, 14 und 21 Tagen) ausgeführt wurden, um einerseits den Mundverhältnissen näherzukommen und andererseits eine Sättigung der Lösung zu vermeiden. Das Ergebnis zeigte jedoch, daß auch die folgenden Löslichkeiten leicht erhöht waren. So kam es zu einem konstanten Kurvenanstieg. Die unterschiedlichen Anfangslöslichkeiten wurden demnach nicht kompensiert.

Aus der folgenden Tabelle sind die Einzelwerte der Löslichkeiten zu ersehen.

	Gemessene Löslichkeit nach					
	1 Tag	7 Tg.	14 Tg.	21 Tg.	28 Tg.	= Gesamtlöslichkeit
Achatit						
1.	0,62%	0,57%	0,29%	0,17%	0,18%	= 1,83%
2.	0,64%	0,74%	0,47%	0,27%	0,22%	= 2,34%
3.	0,72%	0,80%	0,50%	0,25%	0,21%	= 2,48%
Syntrex						
4.	0,75%	1,18%	0,83%	0,58%	0,52%	= 3,86%
5.	0,80%	1,30%	0,94%	0,60%	0,57%	= 4,21%
6.	1,04%	1,35%	0,82%	0,65%	0,57%	= 4,43%
Terralux						
7.	3,71%	0,69%	0,63%	0,45%	0,27%	= 5,75%
8.	3,66%	1,34%	0,63%	0,43%	0,32%	= 6,38%
9.	3,85%	1,32%	0,61%	0,47%	0,39%	= 6,64%
10.	5,26%	1,30%	0,65%	0,39%	0,30%	= 7,90%
S. S. White						
11.	0,50%	0,44%	0,35%	0,19%	0,18%	= 1,66%
12.	0,47%	0,51%	0,37%	0,23%	0,21%	= 1,79%

Bei der Untersuchung der Prüfkörper zu Beginn der Versuche wurde folgende Feststellung gemacht:

Die Ober- und Unterflächen der Körper waren glatt durch die beiden Glasplatten, zwischen denen das Material ausgepreßt wurde. Der Rand jedoch war stark zerklüftet, wie auch eine mikroskopische Untersuchung ergab, so daß eine nicht zu bestimmende Oberfläche entstand. Die vom praktischen Zahnarzt im Munde des Patienten gelegte Füllung ist an der Oberfläche geglättet und ohne reuhe Stellen. Dieser Gedankengang legt nahe, auch die Prüfkörper mit einer allseitig glatten Oberfläche zu versehen. Julien beschreibt in seiner Arbeit, daß er zur Herstellung der Prüfkörper bereits einen Ring als Form benutzte, um glatte Ränder zu bekommen.

Die nächste Versuchsreihe wurde daher mit zylinderförmigen Körpern ausgeführt, die in einer Form hergestellt wurden von 8 mm Durchmesser und 8 mm Höhe (Inhalt 0,4 ccm und 3,014 qcm Oberfläche). Um eine größere Auswaage zu erhalten, wurden 4 solcher Körper zu jedem Versuch benötigt. Die Aufhängung in den Schliffkolben erfolgte mittels Drahtkörbchen, um das Einlegen eines Drahtes in die plastische Masse als Fehlerquelle auszuschalten.

Die Ergebnisse waren verblüffend. Die Auswaage der gelösten Substanz war gering und damit auch der Prozentsatz der Löslichkeit. Ferner ergaben die Versuchsreihe und die Kontrollversuche die gleichen oder zumindest nur ganz gering voneinander abweichende Werte und somit war die Reproduzierbarkeit, wie die nebenstehende Kurve zeigt, sehr gut (Abb. 8).

Nachzutragen wäre noch, daß alle Versuche mit den Zylinderkörpern bei einer Raumtemperatur von 18° C ausgeführt wurden, um eine gute und gleichmäßige Verarbeitung der Materialien zu gewährleisten.

Auch hierzu die Einzelwerte:

	Gemessene Löslichkeit nach		
	24 Stunden	7 Tagen	= Gesamtlöslichkeit
Achatit			
1.	0,39%	0,28%	= 0,67%
2.	0,39%	0,28%	= 0,67%
Syntrex			
3.	0,45%	0,63%	= 1,08%
4.	0,45%	0,62%	= 1,07%

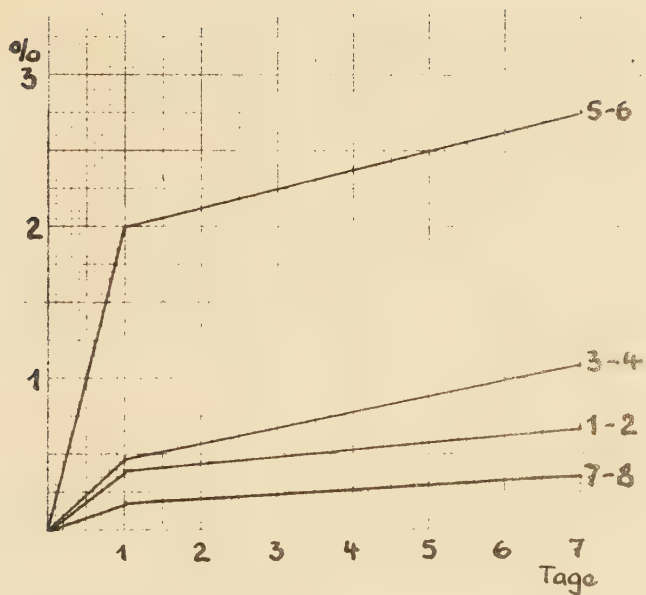


Abbildung 8: Ordinate: Löslichkeit in %. Abszisse: Dauer der Versuchsreihe.
 1-2 Achatit, 3-4 Syntrex, 5-6 Terralux und 7-8 S. S. White.

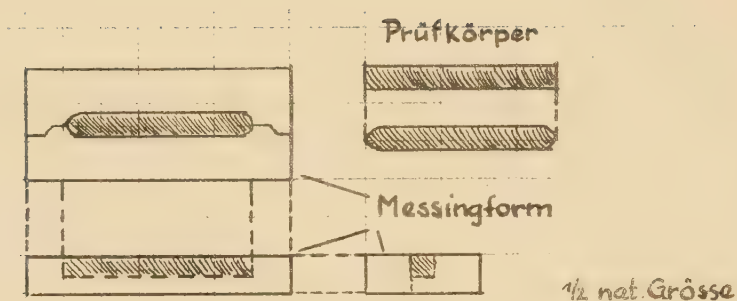


Abbildung 9: Form zur Herstellung der Prüfkörper der Expansions- und Kontraktionsmessung.

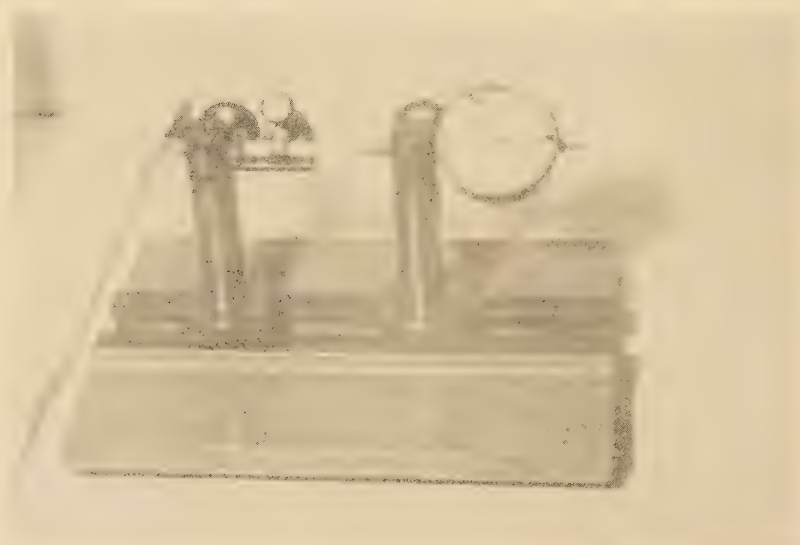


Abbildung 10: Apparat zur Messung der Expansion und Kontraktion mit eingespanntem Probekörper. Rechts die Meßuhr mit 1/1000 mm Genauigkeit.

	Gemessene Löslichkeit nach		
	24 Stunden	7 Tagen	= Gesamtlöslichkeit
Terralux			
5.	1,98%	0,78%	= 2,76%
6.	1,99%	0,77%	= 2,76%
S. S. White			
7.	0,18%	0,16%	= 0,34%
8.	0,16%	0,15%	= 0,31%

Zum Schluß der Betrachtungen über die Löslichkeiten noch eine vergleichende Berechnung.

Die Oberfläche der 4 zylinderförmigen Körper beträgt 12,06 qcm, die der 2 flachen Körper nach ADA würde bei vollkommen glattem Rand 14,63 qcm betragen. Die Löslichkeit von Achatit (Zylinderkörper) ist 0,39%. Umgerechnet auf die Oberfläche der ADA-Körper wäre das eine Löslichkeit von 0,47%. Der tatsächlich gemessene Wert für die ADA-Körper aber schwankt zwischen 0,56% und 0,75%. Wieder umgerechnet ergäbe dies eine Oberfläche von 17,31 qcm bis 23,2 qcm.

Diese Berechnung zeigt, daß hier eine schwache Stelle in der ADA-Vorschrift vorhanden ist. In der Kritik wird auf diesen Punkt nochmals näher eingegangen.

F. Bestimmung des Arsengehaltes:

Nach der am Beginn der Arbeit aufgezeigten Methode wurden von den 4 Materialien Achatit, Syntrex, Terralux und S. S. White die Arsenbestimmung durchgeführt. Die Bestimmung bezog sich auf die wasserlöslichen Arsenverbindungen im ausgehärteten Zement. Die Ergebnisse waren durchweg sehr gut. Für alle Materialien ergaben sich bei der Untersuchung von je 1 g und 2 g Material Werte, die unter 0,5 Gamma lagen, d.h. die Zemente entsprechen den unter E. 3. f. geforderten ADA-Bestimmungen. Soweit die nach den ADA-Vorschriften ausgeführten Versuche.

ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN

Der zweite Teil meiner Arbeit behandelt die Expansion und Kontraktion der vier obengenannten Materialien sowie die Wärmeentwicklung während der Abbindezeit.

In der Arbeit von Unteregger, in welcher unter anderem auch Kontraktionsmessungen an zahnärztlichen Verbundstoffen ausgeführt wurden, kam eine Apparatur zur Anwendung, mit der man die kubische Kontraktion von Materialien messen kann. Leider stand mir ein solcher Apparat nicht zur Verfügung. Es wurde daher nur die lineare Expansions- bzw. Kontraktionsmessung durchgeführt.

Die Methodik der Versuchsanordnung war folgende:

Mit der in Standard-Konsistenz angerührten Masse wurde eine zerlegbare Form (siehe Abb. 9) gefüllt und die Oberfläche mit einer Glasplatte geglättet. 3 Minuten nach Anrührbeginn kam diese Form in einen Thermostaten (37°C - 100% relative Luftfeuchtigkeit), worin sie 27 Minuten verblieb. Nach insgesamt 30 Minuten wurde der Prüfkörper aus der Form genommen und sofort die erste Messung durchgeführt. Diese bildete den Ausgangspunkt für die weiteren Messungen und Berechnungen.

Die so hergestellten Körper blieben weiterhin in destilliertem Wasser und im Thermostaten von 37°C aufbewahrt. Die Messungen erfolgten nach 1 Stunde, 1, 2, 3, 7 und 14 Tagen.

Die Ergebnisse wurden, um eine Möglichkeit der Aufzeichnung zu haben, und zum Vergleich in Prozente der Gesamtlänge der Körper umgerechnet.

Terralux als einziges Material expandierte bis zu 0,3% der Gesamtlänge des Prüfkörpers. Die übrigen Materialien, Achatit, Syntrex und S.S. White, zeigten eine leichte Kontraktion. Beachtenswert ist das Verhalten von S.S. White, welches zu Beginn eine geringe Expansion zeigt, dann aber kontrahiert und wie die beiden anderen Stoffe bei nicht ganz -0,1% konstant bleibt.

Ideal wäre ein Material, das weder eine Kontraktion noch eine Expansion zeigt. Bei einer zu großen Expansion besteht die Gefahr der Sprengung des gefüllten Zahnes, und bei einer Kontraktion ist ein gewisserhafter Rand-schluß nicht gewährleistet. Die hier gefundenen Werte sind jedoch so minimal, daß sie keine Rückschlüsse auf die Güte der Füllmaterialien zulassen.

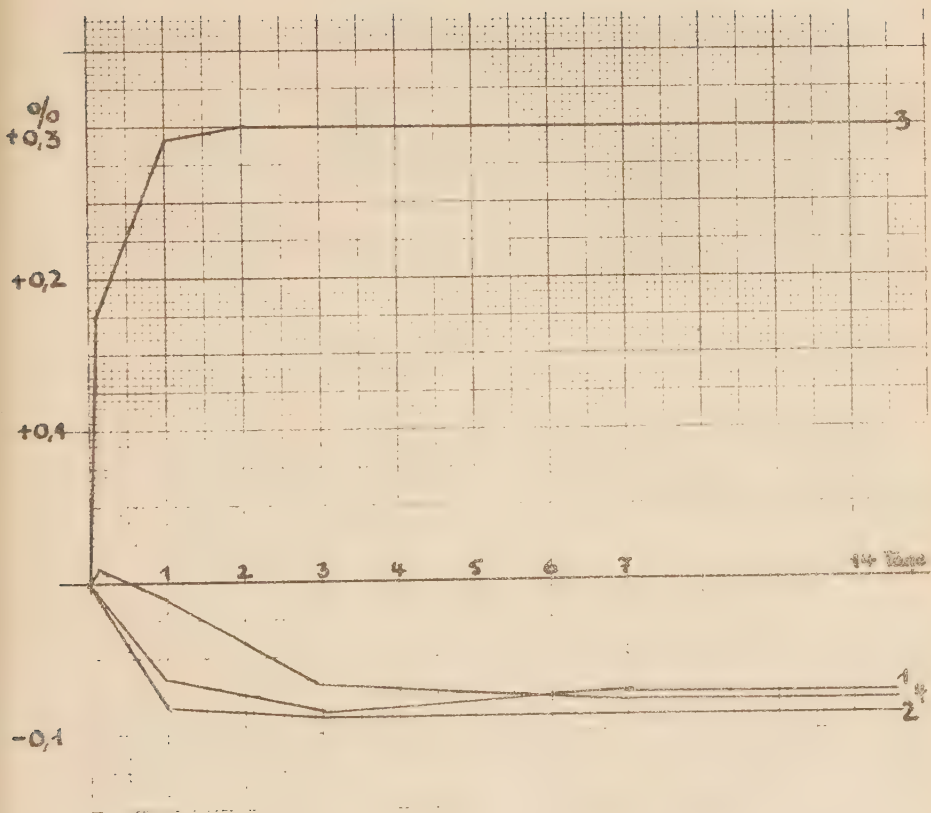


Abbildung 11: Expansions- und Kontraktionskurve. Ordinate: Längenänderung in %. Abszisse: Dauer der Versuche in Tagen.
 Nr. 1: Achatit, Nr. 2: Syntrex, Nr. 3: Terralux, Nr. 4: S. S. White.

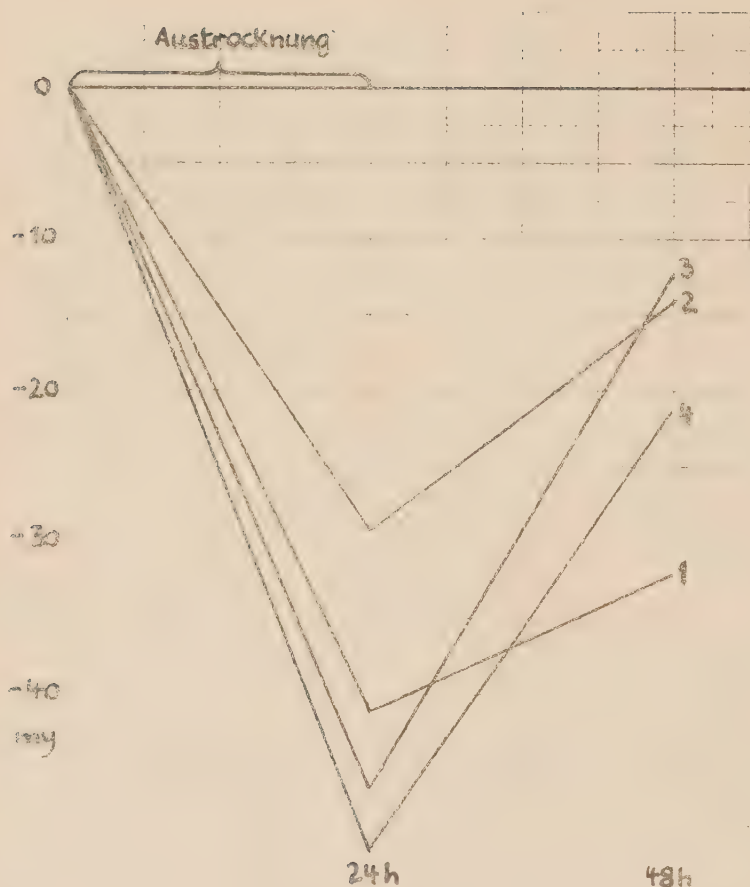


Abbildung 12: Längenverlust durch Austrocknung. Ordinate: Verlust an der Gesamtlänge (50 mm) der Prüfkörper in my.
 Nr. 1: Achatit, Nr. 2: Syntrex, Nr. 3: Terralux, Nr. 4: S. S. White.

In den weiteren Versuchen wurde geprüft, welche Formveränderung bei den einzelnen Materialien auftrat, wenn die Körper austrockneten und wieder befeuchtet wurden. Die Prüfkörper wurden nach der oben beschriebenen Methode hergestellt, jedoch hat man sie gut aushärten lassen. Nach 7 Tagen wurden die Körper dem Thermostaten, in dem sie in Aqua dest. lagerten, entnommen und sofort gemessen. Um eine gleichmäßige allseitige Austrocknung zu garantieren, wurden die Körper auf einem Drahtnetz 24 Stunden lang bei Raumtemperatur aufbewahrt und dann eine zweite Messung ausgeführt. Anschließend kamen die Prüfkörper für weitere 24 Stunden in Aqua dest. in den Brutschrank bei 37° C. Die graphische Darstellung (Abb. 12) zeigt für alle Materialien durch die Austrocknung einen Längenverlust. Bei S. S. White ist der größte Schwund festzustellen, während Syntrex den geringsten Verlust aufzuweisen hat. Die erneute Befeuchtung zeigte, daß der Schwund bis zu einem gewissen Grad reversibel ist, jedoch erreichte kein Material seinen Ausgangswert.

Achatit ist somit das Material, das den größten Längenverlust nach Ablauf der Behandlung aufzuweisen hat. Er beträgt immerhin 32 my auf 50 mm. Terralux zeigt nach der Austrocknung die stärkste Wasseraufnahme und damit den geringsten Längenverlust mit 12,5 my. Die beiden anderen Materialien Syntrex (Verlust 14 my) und S. S. White (21 my) liegen in der Mitte.

Die Oberflächen der Körper waren nach dieser Prüfung bei Achatit, Syntrex und S. S. White glatt und mit feinen Sprüngen durchsetzt, während die Oberfläche von Terralux höckerig, rau und porös geworden war. Die Bruchflächen hatten sich bei Achatit, Syntrex und S. S. White gegenüber anderen, nicht so behandelten Körpern kaum verändert. Terralux bröckelte an den Bruchflächen ab und hatte auch von seiner sonstigen Festigkeit verloren.

In der Zeitschrift "Deutsche Stomatologie" wurde eine Methode zur Messung der freiwerdenden Wärme während des Abbindeprozesses beschrieben. Die Apparatur ließ sich mit einfachen Mitteln herstellen (siehe Abb. 13). Sie besteht aus einem großen Korken, bei dem der obere Teil abgeschnitten und zur Aufnahme eines geeichten Thermometers durchbohrt wird. Der untere Teil wird ausgehöhlt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Wandung stark genug bleibt, um ein Abstrahlen der entwickelten Wärme zu vermeiden. Das Thermometer wird soweit durch den oberen Teil geschoben, daß das untere Ende in den Hohlraum des unteren Teiles des Korkens reicht.

Die gesamte in Standard-Konsistenz angerührte Masse wird sofort nach Beendigung des Anrührens um den unteren Teil des Thermometers, der in den ausgehöhlten Teil des unteren Korkens reicht, gelegt. Zur besseren Entfernung nach dem Erhärten kann man die plastische Masse mit Einschnitten versehen. So schnell wie möglich muß dann der obere und untere Teil des Korkens zusammengebracht werden, da die Temperatur rasch ansteigt. Nach Gebrauch ist die Apparatur zu säubern und einige Zeit abzukühlen, bis alle Teile wieder Raumtemperatur angenommen haben.

In Abbildung 14 sind die Mittelwerte aus mehreren Messungen graphisch dargestellt.

S. S. White zeigt einen steilen Anstieg der Temperatur auf $48,75^{\circ}\text{C}$ nach 5 Minuten. Auch Terralux und Achatit zeigen einen steilen Temperaturanstieg, jedoch liegen die Höchstwerte bei $37,75$ und $37,0^{\circ}\text{C}$. Die Wärmeentwicklung bei Syntrex dagegen erreicht mit 33°C nach 10 Minuten ihren Höchststand, um dann langsam abzufallen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang noch ein Vergleich mit der Plastizität und der Gillmore-EZ. Achatit und Syntrex sind nicht mehr verformbar, wenn der höchste Punkt der Temperatur erreicht ist, während Terralux zu diesem Zeitpunkt noch eine geringe Plastizität aufzuweisen hat. Die Gillmore-EZ liegt bei allen Materialien vor der Höchsttemperatur, jedoch kann man hier schwerlich einen Vergleich ziehen, da die Gillmore-EZ bei einer Temperatur von 37°C ausgeführt wird, während die Abbinde temperaturbestimmung bei Raumtemperatur ausgeführt wird.

+

Im dritten Teil meiner Arbeit möchte ich noch einige vergleichende Prüfungen durchführen.

Es handelt sich hier um Druckfestigkeitsmessungen, die an den Materialien mit geänderten Konsistenzen ausgeführt wurden. Ferner wurden Löslichkeiten angesetzt, bei denen die Aufbewahrungsdauer zur Aushärtung im Thermostaten verlängert waren.

Es soll geprüft und durch Versuche nachgewiesen werden, ob die allgemeine Auffassung berechtigt ist, daß durch das Einrühren von mehr oder weniger Pulver sich die Eigenschaften der Materialien in bezug auf die Druckfestigkeit stark verändern. Daher wurde die Konsistenz einiger Materialien geändert und dann Druckfestigkeitsprüfungen durchgeführt.

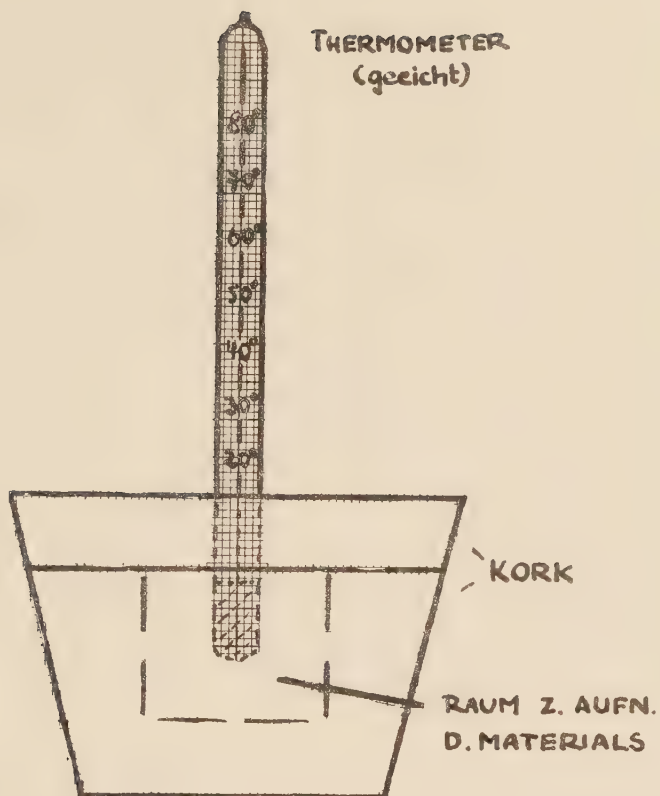


Abbildung 13: Apparatur zur Messung der Abbindewärme.
Umzeichnung nach Block.

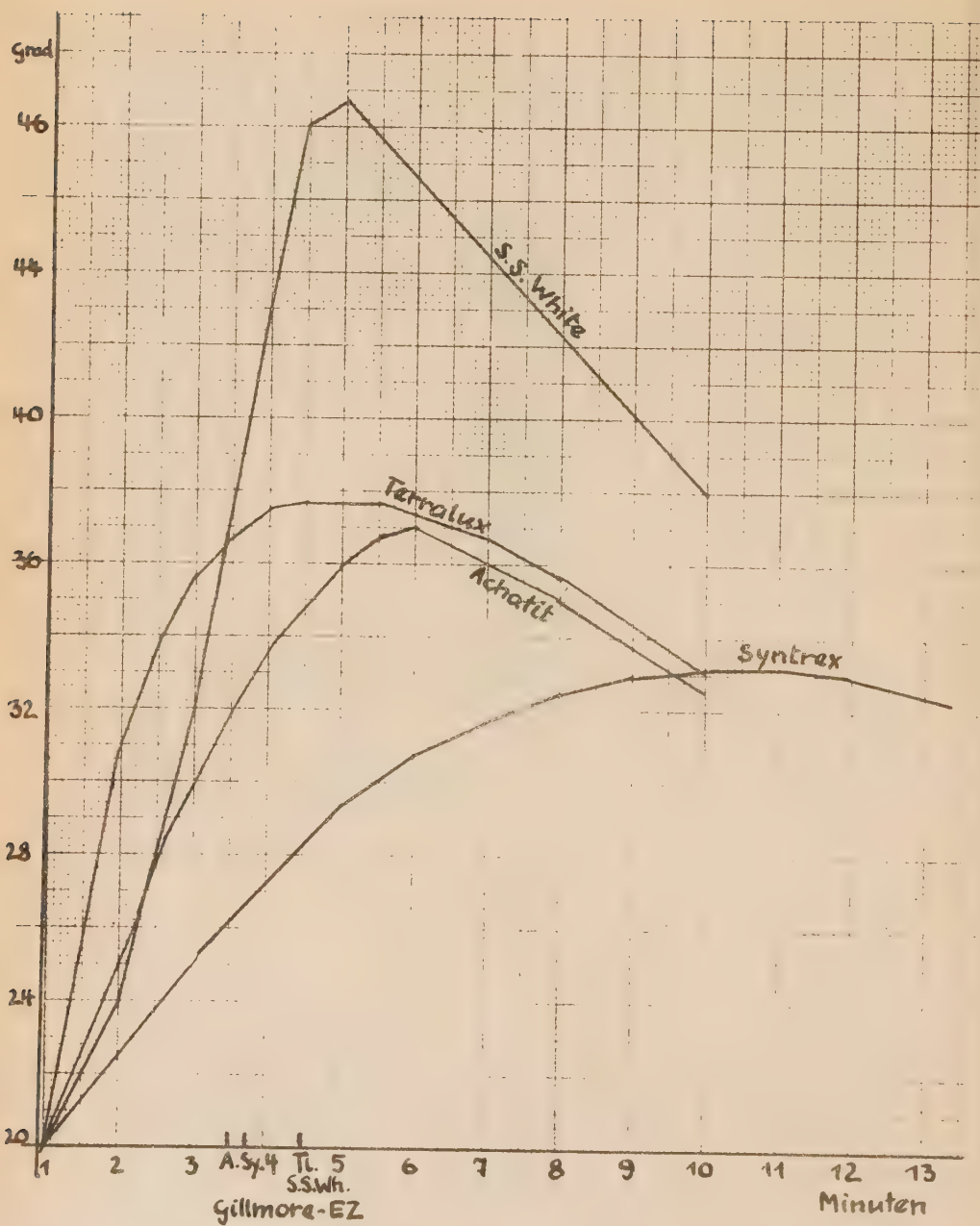


Abbildung 14: Graphische Darstellung der Abbinde-Temperaturen.

Das erste Material, das untersucht wurde, war Achatit. Die Standard-Konsistenz war 1,5 g Pulver auf 0,4 ccm Flüssigkeit. Die Versuche wurden mit 1,4, 1,45, 1,5, 1,55 und 1,6 g Pulver angesetzt, und zwar je 5 Versuche. Auch hierzu eine graphische Darstellung (Abb. 15).

Bei einer Konsistenz von 1,4 g/0,4 ccm war der Mittelwert aus 5 Messungen 1960 kg/qcm, also ein Druckunterschied zur Standard-Konsistenz von minus 210 kg/qcm. In dieser Konsistenz ist das Material leicht anzurühren und weit aus plastischer als in Standard-Konsistenz. Ebenso verhält sich das Material bei 1,45 g/0,4 ccm. Hier ist bereits ein leichter Druckfestigkeitsanstieg auf 1990 kg/qcm zu verzeichnen. Interessant ist nun das Verhalten von Achatit bei Überschreitung der Standard-Konsistenz. Bei einer Pulvermenge von 1,55 g ist ein Abfall der Festigkeit von 2170 kg/qcm in Standard-Konsistenz auf 2040 kg/qcm festzustellen. Das gleiche Phänomen wurde in einem Prospekt von "neuem S. S. White" beschrieben, wo ebenfalls ein Druckabfall bei Überschreitung der Standard-Konsistenz festgestellt wurde. Wie dort gezeigt, steigt auch für Achatit bei weiterer Erhöhung der Konsistenz die Druckfestigkeit wieder an, und zwar auf 2200 kg/qcm. Hierzu ist zu bemerken, die Konsistenz von 1,6 g Pulver und mehr für Achatit ist bereits so fest, daß nur ein geübter Praktiker noch in der Lage ist, das so angerührte Material plastisch in einer Form zu bringen. Die Abbindung setzt schlagartig ein, so daß 2 1/2 bis 3 Minuten nach Anrührbeginn keine Verformung mehr möglich ist. Die ideale Anrühr-Konsistenz ist daher für Achatit 1,5 g/0,4 ccm, da hier eine hohe Druckfestigkeit mit bestmöglicher Verarbeitung gegeben ist.

Als nächstes Material wurde Terralux geprüft. Hier ergab sich folgendes: Da die Konsistenz des in St.-K. angerührten Materials bereits sehr dünn war, wurden keine Versuche mit kleineren Pulvermengen durchgeführt, sondern nur das Verhalten beim Einrühren von mehr Pulver geprüft.

Auch hier findet man den gleichen Druckfestigkeitsabfall und anschließenden Anstieg wie bei den oben beschriebenen Materialien. Es wurden für Terralux im einzelnen Werte gefunden: Bei Standard-Konsistenz 1,1 g Pulver/0,4 ccm Flüssigkeit 1230 kg/qcm, dann für 1,2 g ein Abfall um 80 kg/qcm auf 1150 kg/qcm. Auch hier zeigt sich ein erneuter Anstieg bei einer Pulvermenge von 1,3 g/0,4 ccm auf 1290 kg/qcm. Eine Verformung war, wie bei Achatit beschrieben, in dieser für Terralux hohen Konsistenz kaum mehr möglich, da auch Terralux dann äußerst schnell abbindet.

Das dritte Material, das der Druckfestigkeitsprüfung unterzogen wurde, war Syntrex. Begonnen wurde mit einer Konsistenz von 1,6 g/0,4 ccm und

durchgeführt bis zu 1,75 g/0,4 ccm. Syntrex zeigte im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Materialien bei Überschreitung der Standard-Konsistenz keinen Druckabfall, sondern die Druckfestigkeit stieg langsam und gleichmäßig an bis zu 1420 kg/qcm bei der Konsistenz von 1,75 g/0,4 ccm. Das Einrühren des Pulvers in dieser hohen Konsistenz ist, will man in der vorgeschriebenen Anrührzeit bleiben, mit einigen Schwierigkeiten verbunden, jedoch ist das Material nach gutem Durchspateln noch so plastisch, daß es gut und leicht verarbeitet werden kann.

Der letzte Abschnitt meiner Arbeit befaßt sich, wie bereits erwähnt, mit Löslichkeiten von Probekörpern, die verschieden lang im Thermostaten zur Aushärtung aufbewahrt wurden, um dann erst mit Flüssigkeit zusammengebracht zu werden. Die Versuchskörper wurden nach der ADA-Methode hergestellt, also nicht mit festen Randzonen, da so die Auswaagen der Rückstände größer waren und sich Unterschiede, die ja auftreten mußten, deutlicher zeigten. Die Aushärtungsdauer wurde auf 1 Stunde = ADA, 2 Stunden und 3 Stunden festgesetzt.

1. Für Achatit wurde bei einstündiger Aufbewahrung im Thermostaten eine Löslichkeit von 0,62% gefunden. Die Lagerung von 2 Stunden ergab bereits einen Rückgang der Löslichkeit um 0,07% auf 0,55%. Hatte das Material 3 Stunden abgebunden, so sank die Löslichkeit nochmals ab auf 0,46%. Somit ist eine Verminderung der Gesamtlöslichkeit um 0,16% bei einer Verlängerung der Abbindezeit von 1 Stunde auf 3 Stunden festgestellt worden.

2. Syntrex hatte nach einstündiger Aushärtungszeit eine Löslichkeit von 0,91%. Auch hier sank diese nach 2 und 3 Stunden dauernder Abbindezeit über 0,83% nach 2 Stunden auf 0,64%. Der Unterschied war hier noch größer als bei Achatit. Er betrug 0,27%.

3. Als drittes Material wurde S. S. White untersucht. Bei diesem wurde ein Abfallen der Löslichkeit von 0,70% nach 1 Stunde über 0,56% nach 2 Stunden auf 0,50% nach 3 Stunden Abbindezeit, ein Unterschied von 0,20% festgestellt.

4. Terralux hatte eine Anfangslöslichkeit bei 1 Stunde Liegedauer von 4,36%. Auch bei diesem Material sank die Löslichkeit wie bei den anderen nach 2 Stunden (4,33%) auf 4,22% nach 3 Stunden Aushärtung. Der Unterschied betrug 0,14%.

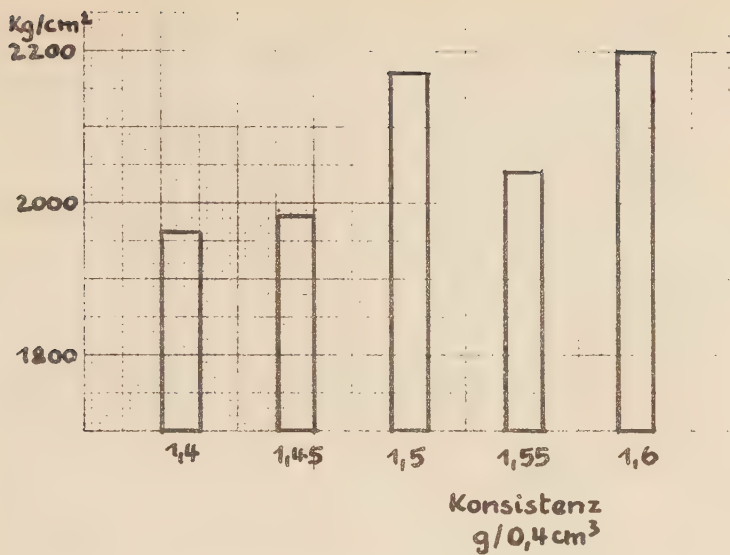


Abbildung 15: Druckfestigkeit von Achatit mit geänderter Konsistenz.

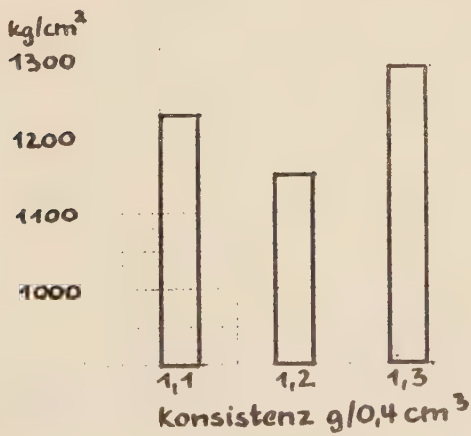


Abbildung 16: Druckfestigkeit von Terralux mit geänderter Konsistenz.

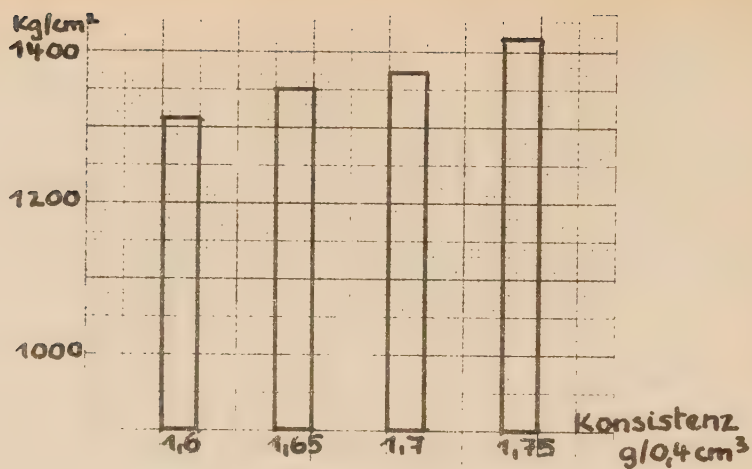


Abbildung 17: Druckfestigkeit von Syntrex mit geänderten Konsistenzen.

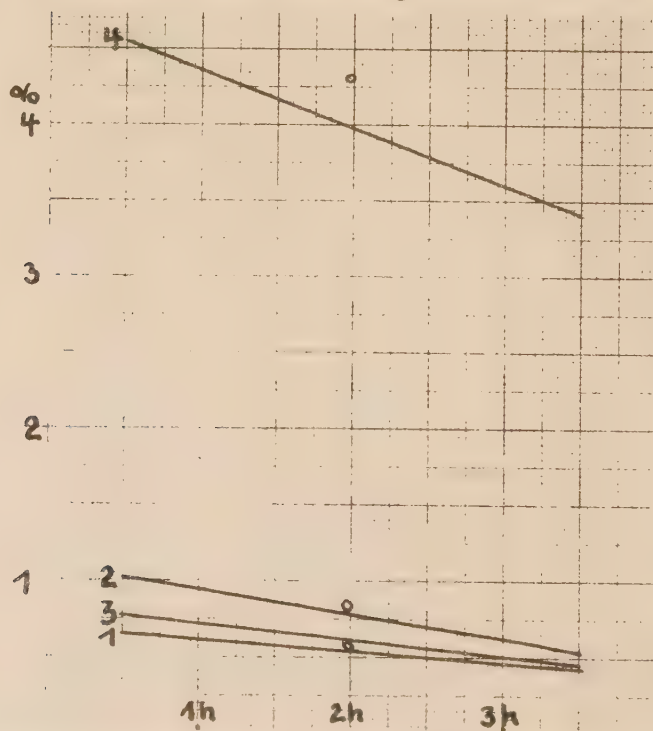


Abbildung 18: Löslichkeitskurven mit verlängerter Abbindezeit. Ordinate: Gesamt-löslichkeit in %. Abszisse: Dauer der Abbindezeit.

Nr. 1: Achatit, Nr. 2: Syntrex, Nr. 3: S.S. White, Nr. 4: Terralux.

Die Kurve (Abb.18) zeigt uns, daß sich alle Materialien einer gewissen Mindestlöslichkeit nähern. Es ist schwer zu bestimmen, wo dieser Punkt ist, da eine geringe Auflösung auch bei vollkommen ausgehärtetem Zement anzutreffen ist.

Soweit die Ergebnisse meiner Untersuchungen, die alle mit größtmöglicher Genauigkeit und Vorsicht ausgeführt wurden. Die Versuche sollten sich zu Beginn der Arbeit auf die ADA-Forderungen beschränken, jedoch tauchten bei den einzelnen Prüfungen so viele Fragen auf, daß nach Rücksprache mit meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Kluc z k a, die Versuchsreihen erweitert und neue Untersuchungen vorgenommen wurden.

ZUSAMMENFASSUNG UND KRITIK

Es wurden mit Bedacht 4 bekannte Silikatzemente ausgewählt, und zwar die in Deutschland häufig benutzten Materialien Syntrex und Terralux und die im Ausland und in Deutschland bekannten Achatit und S. S. White. Geprüft wurde außer den ADA-Forderungen Standard-Konsistenz, Gillmore-EZ, Druckfestigkeit, Transparenz, Löslichkeit und Arsengehalt, die Plastizitätsdauer, die Expansion und Kontraktion, die Abbinde-temperatur, Druckfestigkeiten mit anderen Konsistenzen und Löslichkeiten mit geänderten Körpern sowie verlängerten Abbindezeiten.

Zu Beginn der Arbeit steht die Übersetzung der ADA-Vorschriften und eine genaue Beschreibung der Arbeitsmethoden.

Die Bestimmung der Standard-Konsistenz ist die einzige Möglichkeit, einen Ausgangspunkt für eine systematische Untersuchung der Materialien zu bekommen. Achatit, Syntrex und S. S. White haben hohe Pulverwerte, während Terralux sehr niedrig liegt. Es zeigte sich im weiteren Verlauf der Arbeit, daß diese kleine Pulvermenge pro 0,4 ccm von Terralux bei fast allen Versuchen doch eine große Rolle spielte.

Die Bestimmung der Erhärtungszeit mit der Gillmore-Nadel ergab, daß alle Materialien in der angegebenen ADA-Zeit von 3 bis 8 Minuten lagen und so-

mit diese Bedingung erfüllten. Plastizitätsbestimmungen, die an diese Versuche angeschlossen wurden, ergaben, wie schon erwähnt, ein eindrucksvolles Bild über das Verhalten der Materialien nach dem Anrühren. Leider konnte die Plastizität von S. S. White nicht untersucht werden, da das amerikanische Material nicht in ausreichenden Mengen beschafft werden konnte.

Bei der Druckfestigkeits-Bestimmung lagen die Ergebnisse etwas anders. So sind die Werte von Terralux und Syntrex weit unter der geforderten Mindestfestigkeit, während Achatit und S. S. White die beiden anderen Materialien überragten. Vom Pulver-Flüssigkeits-Verhältnis aus gesehen müßte Syntrex an der Spitze der Materialien stehen. Die von Kirschsieper beschriebene "direkte Beziehung im Vergleich der Druckfestigkeit mit dem Mischungsverhältnis Pulver : Flüssigkeit" besteht in diesem Fall nach meinen Versuchen nicht.

Zusammengefaßt erfüllen Achatit und S. S. White die ADA-Forderungen, während Syntrex (D.) und Terralux nicht an die Mindestforderungen herankommen.

Die hieran angeschlossenen Untersuchungen der Druckfestigkeit nach 7 Tagen ergaben ein vollkommen geändertes Bild. Durch den starken Anstieg der Druckfestigkeit bei S. S. White und Syntrex hatte sich die Kurve etwas geändert. S. S. White lag an der Spitze, gefolgt von Achatit. Syntrex hatte die 1620 kg/qcm-Grenze überschritten. Nur Terralux hatte einen Druckabfall zu verzeichnen. Eine Erklärung dürfte m.E. darin zu suchen sein, daß Terralux eine große Wasseraufnahme und die damit verbundene hohe Löslichkeit hat. Die Oberfläche der Prüfkörper wurde rau und porös, und hierdurch entstand eine Schwächung. Terralux wurde somit in keiner Weise den ADA-Bestimmungen in bezug auf Druckfestigkeit gerecht.

Für die Bestimmung der Transparenz standen mir die amerikanischen Standard-Plättchen, die die obere und untere Grenze bilden, zur Verfügung, so daß ich feststellen konnte, da ja nach einer anderen Methode gemessen wurde (Transparenz-Messung und nicht Undurchdringlichkeitsmessung = opacity), daß alle Transparenz-Messungen von sämtlichen Materialien in dem vorgeschriebenen Intervall lagen. Terralux als einziges Material zeigte eine fallende Tendenz, während bei allen übrigen ein Anstieg der Transparenz mit der Zeit festzustellen war.

Die Löslichkeitsbestimmungen haben, wie auch von anderer Seite schon be-

schrieben, einige schwache Punkte. Die Streuungen der Werte bei den Versuchen nach ADA können nicht übergangen werden. Ist in einigen Arbeiten schon die Bestimmung der Standard-Konsistenz angegriffen worden, so ist in diesem Falle die Ausführung der Versuche für Löslichkeiten erst recht zu kritisieren.

Wie in meiner Arbeit zum Ausdruck kommt, ist eine schwache Stelle der ausgepreßte Rand der Prüfkörper. Ferner spielt auch die Anrührtemperatur eine große Rolle. Bekanntlich setzt der Abbindevorgang bereits beim Einrühren der ersten Portion Pulver ein. Je höher die Temperatur, desto schneller der Beginn der Abbindung und der Erhärtung. Besser ist, wie meine Versuche mit den zylinderförmigen Körpern zeigen, eine feste Form und zusätzlich Herabsetzen der Temperatur auf ein Minimum. In der Praxis ist dies jedoch nur bis zu einem gewissen Grade ausführbar. Um auf einen gemeinsamen Nenner bei Prüfmethoden zu kommen, ist es wichtig, diese Dinge zu berücksichtigen.

Terralux als einziges Material erfüllt die Forderung der ADA in bezug auf Löslichkeit nicht, während die anderen drei, Achatit, Syntrex und S. S. White, unter der Höchstgrenze von 1,4% nach 24 Stunden liegen. Erstaunlich ist der immer noch große Löslichkeitsgrad von Syntrex nach 7 Tagen.

Der Arsengehalt ist auch für den praktischen Zahnarzt von großer Wichtigkeit. Die Versuche zeigten, daß zwar Arsenverbindungen in allen Materialien enthalten waren, wenn auch nur in ganz geringen Mengen. Dies zeigt, wie wichtig es ist, schon um Pulpenreizungen auszuschalten, abgesehen von einer eventuellen Säureschädigung, unter jede Silikatfüllung eine Unterfüllung zu legen.

Ehe ich auf die weiteren Versuche näher eingehe, möchte ich in einer Tabelle nochmals die Ergebnisse zusammenfassen.

Material	Achatit	Syntrex	S. S. White	Terralux
ADA-Forderungen	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Gillmore-EZ 3-8 Minuten				
Druckfestigkeit 1620 kg/qcm in 24 Stunden	erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt	nicht erfüllt
Transparenz	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Löslichkeit unter 1,4% nach 24 Stunden	erfüllt	erfüllt	erfüllt	nicht erfüllt
Arsengehalt weniger als 0,0002%	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt

Die im zweiten Teil der Arbeit beschriebenen Kontraktions- und Expansionsmessungen haben auch für den praktischen Zahnarzt eine gewisse Bedeutung. Die Tendenz zu Formänderungen besteht bei allen Materialien. Der anfänglich dichte Randschluß bei Terralux hervorgerufen durch die Expansion verbunden mit einer hohen Anfangstransparenz zeigt uns, daß zu Beginn eine gewisse Farbangleichung stattfindet (Terralux wird nur in einer Farbe hergestellt). Doch wird sich hier, bedingt durch die hohe Löslichkeit und die Auswaschung nach einer gewissen Zeit eine Farbänderung bemerkbar machen. Da die übrigen drei Materialien in Farbsortimenten herauskommen, besteht bei diesen diese Gefahr nicht. Durch die Kontraktion kann es jedoch zu einem äußerst unschönen dunklen Rand an den Füllungen kommen bedingt durch die Kontraktion und die Löslichkeit, die in diesem Falle zusammenarbeiten dürften.

Die Kurve über Längenänderung bei Austrocknung beweist, wie gefährlich für bereits gelegte Füllungen im Munde des Patienten eine Austrocknung ist,

sei es durch Mundatmung oder durch das Legen einer neuen Füllung in der Nähe einer alten Füllung. Diese Austrocknung wird umgangen, und es kann nicht häufig genug darauf hingewiesen werden, durch Abdecken der alten Füllungen mit Zahnlack oder Wachs.

Eine Aussage über die Lebensdauer der Füllungen nach den bisherigen Ausführungen machen zu wollen, dürfte sehr schwierig sein. Löslichkeit, Kontraktion und Längenverlust durch die Austrocknung sind Faktoren, die zusammengefaßt eine Größe annehmen können, die nicht zu übersehen ist. Kommt dann noch eine Druckbelastung hinzu, so vermindert sich die Haltbarkeit einer Füllung um ein Vielfaches.

Der nächste Abschnitt befaßte sich mit der Abbinde-temperatur. Die Werte der drei Materialien Achatit, Syntrex und Terralux bewegten sich in einem Temperaturbereich, der sehr günstig lag. Durch die Einbringung in den Zahn, der ja eine höhere Temperatur hat als das angerührte Material, wird die Erreichung der Abbinde-temperatur erleichtert und die Abbindeung gefördert. Eine Ausnahme machte S. S. White. Die hohe Abbinde-temperatur, die erreicht wird, liegt schon an der Grenze. Es ist zu bedenken, daß das Material in Pulpen-nähe gelegt wird, und somit besteht die Gefahr einer Pulpen-schädigung bzw. Pulpen-reizung, die nicht außer Acht gelassen werden darf.

Vergleicht man die Gillmore-EZ und die Abbinde-temperatur, so wird man feststellen können, daß bei Syntrex eine Erstarrung einsetzt, der eigentliche Abbindevorgang aber langsamer und gedehnter vor sich geht. Ganz anders bei Terralux, wo Gillmore-EZ und Erreichung der höchsten Temperatur zusammenfallen. Auch bei Achatit sind die beiden Werte nicht allzu weit voneinander.

Der dritte Teil meiner Arbeit geht auf ein Thema ein, das für den praktischen Zahnarzt von großer Bedeutung sein dürfte. Die Versuche mit der Druckfestigkeit veranschaulichten, welche Unterschiede in der Festigkeit auftreten können, wenn die Standard-Konsistenz nicht erreicht bzw. überschritten wird. Zu beachten ist vor allen Dingen der Abfall der Druckfestigkeit beim Einrühren von Pulvermengen, die über der Standard-Konsistenz liegen. Drei Materialien zeigten diese Tatsache, nur Syntrex machte eine Ausnahme durch seinen gleichmäßigen Anstieg. Wichtig ist vor allen Dingen auch die Feststellung, daß bei großen Pulvermengen durch das schnelle Einsetzen der Abbindeung bei Achatit und Terralux eine gewissenhafte Füllung von Kavitäten nicht mehr gewährleistet ist. Erst anlich ist die Fähigkeit von Syntrex, große Pulvermengen aufzunehmen und trotzdem noch plastisch und verarbeitbar zu sein.

Die letzten Versuche, mit Löslichkeiten von Körpern, die längere Zeit abbinden konnten, ohne mit Flüssigkeit in direkte Berührung zu kommen, beweisen, daß sich alle Materialien, wie schon beschrieben, einem Minimum an Löslichkeit nähern. Werden sie dann erst voll mit Wasser zusammengebracht, ist die Herauslösung von Materie gering. Damit erhöht sich automatisch die Haltbarkeit einer Füllung. Es zeigt sich, wie außerordentlich wichtig ein Überzug aus Wachs oder Lack über frisch gelegte Füllungen ist. Bemerkt sei hierzu, daß eine gewisse Feuchtigkeitsmenge den Schutzüberzug durchdringen kann, da bei allen Materialien zur Ausbildung des Silikat-Gels Feuchtigkeit gebraucht wird. Je länger und gleichmäßiger sich das Gel ausbilden kann, festo fester und haltbarer wird die Füllung.

Zusammengefaßt kann gesagt werden: Achatit entspricht in allen Punkten den ADA-Bestimmungen. Eine schwache Stelle ist allenfalls die leichte Kontraktion.

S. S. White erfüllt alle ADA-Forderungen. Zu beanstanden wäre wie bei Achatit die noch vorhandene Kontraktion und, was wichtiger ist, die außerordentlich hohe Abbinde-temperatur.

Syntrex erreichte die geforderte Druckfestigkeit nicht und zeigte ebenfalls eine Kontraktion. An allen übrigen mechanischen Eigenschaften war bei Syntrex nichts auszusetzen.

Bei Terralux lag der Fall etwas anders. Die beiden Hauptforderungen, minimale Löslichkeit und maximale Druckfestigkeit, wurden nicht erfüllt. Bedenklich erscheint noch, daß Terralux, war es eine gewisse Zeit in Aqua dest. aufbewahrt, auf der Oberfläche rauh und porös geworden war.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß an den Materialien gearbeitet und verbessert wird. Da ich die Möglichkeit hatte, Achatit mit und ohne Fasern aus der laufenden Produktion zu erhalten, führte ich im Anschluß an meine über ein Jahr dauernden Versuche noch einige vergleichende Prüfungen durch. So wurde Achatit SL 100 und Silikat SL 100 dem von mir für alle vorhergegangenen Prüfungen benutzten Achatit 083 und Silikat 083 gegenübergestellt. Die Ergebnisse zeigten auf allen Gebieten eine Verbesserung der Materialien.

Material	Achatit 083	Silikat 083	Achat. SL100	Sil. SL 100
Standard-Konsistenz	1,5	1,5	1,55	1,6 g / 0,4 ccm
Gillmore-EZ	4 Min.	5 Min.	4 Min.	5 Min.
Druckfestigkeit nach 24 Stunden	2170	2150	2240	2210 kg/qcm
Löslichkeit nach 24 Stunden	0,66%	0,7%	0,29%	0,3%
Arsengehalt	alle unter 0,5			

+

+

÷

LITERATUR-VERZEICHNIS

- | | |
|----------------------------------|---|
| Paffenbarger, G. C. | Dental Silicate Cements: Physical and Chemical Properties and a Specification. 1938. |
| Schoonover, J. C. | |
| Sounder, W. | |
| Paffenbarger, G. C. | American Dental Association Specification No. 9 |
| Swaney, A. C. | For Dental Silicate Cement: First Revision Effective |
| Schoonover, J. C. | July 1st, 1950. J. A. D. A. 40; 186 (1950). |
| Dickson, G. | |
| Kirschsieper, S. | Zahnärztliche Materialprüfung.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 6; 770 (1951). |
| Julen, M. | Experimentelle Untersuchung von Silikatzementen.
Med. Inaug. Diss. Zürich 1953. |
| Hattmer, W. N. | Über die Kantenfestigkeit einiger Füllungswerkstoffe.
Zahnärztl. Rdsch. 7 (1957). |
| " | Physikalisch-chemische Eigenschaften der neueren
Füllungsmaterialien und Güte der Füllung.
Zahnärztl. Welt / Ref. 9 (1957). |
| Dolder, E. | Physikalische Eigenschaften des Silikatzementes und
schnellhärtenden Kunststoffes.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 1 (1957). |
| Schnell, H. | Vergleichende Untersuchungen der physikalischen
Eigenschaften von zahnärztlichen Silikatzementen
mit und ohne Gitterkomponente und von selbsthärten-
den Kunststoffen.
Med. Inaug. Diss. Zürich 1957. |
| Arnold, W. H. J. | Die Kavitätenversorgung mit Acrylaten und Gitter-
werkstoffen.
Österr. Zschr. Stomat. 53; 144 (1956). |
| Burkhard, E. und
Effinger, A. | Festigkeits- und Kontraktionsmessungen an Gitter-
stoffen. Dtsch. Zahnärztebl. 8; 137 (1954). |
| Darnutzer, C. | Der Silikatzement als Werkstoff für Frontzahnfüllun-
gen. Med. Inaug. Diss. Zürich 1951. |

- Dausch, H. Die Löslichkeit und Färbbarkeit von Silikatzementen.
Med. Inaug. Diss. Berlin 1940.
- Dieck, W. Über methodische Prüfungen der Silikatzemente.
Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 8; 224 (1922) und 10;
289 (1922).
- Düringer, E. Die Verarbeitung der Gitterstoffe.
Zahnärztl. Welt 9; 374 (1954).
- Effinger, G. Gitterstoffe - neuartige plastisch verarbeitbare Füll-
lungsmaterialien.
Zahnärztl. Welt 8; 621 (1953).
- Knappwost, A. Eigenschaften und Aufbau von Gitterstoffen.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9; 313 (1954).
- Unteregger, M. Festigkeits- und Kontraktionsmessungen an zahnärzt-
lichen Verbundstoffen mit Gitterkomponente.
Med. Inaug. Diss. Tübingen 1953.
- Weikart, P. Zur Frage der Prüfungsvorschriften für zahnärztliche
Werkstoffe.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 4; 1550 (1949).
- Skinner Ein Vergleich der Eigenschaften bei der Verwendung
von Silikatzement und Acrylat (Auszüge aus).
J. A. D. A. 1; 27 (1958/59).

LEBENS LAUF

Ich, Gerhard Eugen Adolf Block, wurde am 13. August 1928 in Offenbach/M. als Sohn des Facharztes für Chirurgie und Leitendem Arzt des Kreiskrankenhauses Langen b. Frankfurt/M., Dr. Eugen Block, und seiner Ehefrau Maria Block, geb. Krahé, geboren.

Von 1934 bis 1938 besuchte ich die Volksschule in Langen b. Frankfurt/M. und von 1938 bis 1944 die Oberrealschule daselbst.

Von 1944 bis 1945 im Kriegseinsatz, nahm ich von Mitte 1945 bis Ende 1946 an einem Abiturlehrgang für Kriegsteilnehmer an dem Wöhler-Realgymnasium für Jungen in Frankfurt/M. teil und legte dort im Dezember 1946 das Abitur ab. Von 1947 bis 1951 als Praktikant tätig, immatrikulierte ich 1951 an der Universität Frankfurt/M. in der Medizinischen Fakultät und wechselte 1954 in die zahnärztliche Fakultät nach Mainz über, wo ich im Sommer 1957 mein zahnärztliches Staatsexamen ablegte. Seit Herbst 1957 bin ich als Assistent bei Dr. W. Roth in Offenbach/M. tätig.

+

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Kluczka für die Überlassung der Arbeit und die Unterstützung recht herzlich danken. Mein Dank gilt ferner Herrn Oberarzt Dr. Riethe und Herrn Dr. Fuhr für die Anregungen und nicht zuletzt Herrn Dr. Baumann für die zur Verfügung gestellten Apparaturen und die vorzüglichen Arbeitsbedingungen.

GESAMTHERSTELLUNG:

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64-66, Tel. 24293

